

Contenido

Capítulo 1 Redes cristalinas y tipos de cristales 13

- 1.1 Concepto de estado "sólido", 13
- 1.2 Celdas unitarias y redes de Bravais, 14
- 1.3 Algunas estructuras cristalinas simples, 18
- 1.4 Planos cristalinos e índices de Miller, 23
- 1.5 Espaciamiento de los planos en las redes cristalinas, 25
- 1.6 Clasificación general de los cristales, 27

Capítulo 2 Análisis cristalográfico con rayos x 31

- 2.1 Introducción, 31
- 2.2 Física de la difracción de los rayos X: las ecuaciones de Von Laue, 34
- 2.3 Factor de dispersión atómica, 37
- 2.4 Factor geométrico de la estructura, 40
- 2.5 La red recíproca, 43
- 2.6 La condición de Bragg en función de la red recíproca, 47

Capítulo 3 Dinámica de las redes cristalinas 51

- 3.1 Vibraciones elásticas de medios continuos, 51
- 3.2 Velocidad de grupo de trenes de ondas armónicas, 53
- 3.3 Movimiento ondulatorio en redes atómicas unidimensionales, 55
- 3.4 Estructuras diatómicas unidimensionales, 62
- 3.5 Región de frecuencia prohibida, 65
- 3.6 Excitación óptica de vibraciones reticulares en cristales iónicos, 67
- 3.7 Energía de enlace de estructuras cristalinas iónicas, 69

Capítulo 4 Mecánica cuántica, generalidades

79

- 4.1 Introducción, 79
- 4.2 Radiación del cuerpo negro, 79
- 4.3 Efecto fotoeléctrico, 81
- 4.4 Calor específico de los sólidos, 83
- 4.5 El átomo de Bohr, 84
- 4.6 La hipótesis de De Broglie y las propiedades ondulatorias de la materia, 87
- 4.7 Mecánica ondulatoria, 87
- 4.8 Dependencia del tiempo de la función de onda, 91
- 4.9 La partícula libre y el principio de incertidumbre, 94
- 4.10 Una partícula en un pozo de potencial unidimensional e infinitamente profundo, 100
- 4.11 Una partícula en un pozo unidimensional de profundidad finita, 103
- 4.12 El oscilador armónico unidimensional, 111
- 4.13 Ortogonalidad de las funciones propias y la superposición de estados, 119
- 4.14 Valores esperados y números cuánticos, 123
- 4.15 El átomo de hidrógeno, 128
- 4.16 El espín electrónico, el principio de exclusión de Pauli y el sistema periódico, 141

Capítulo 5 Mecánica estadística, generalidades

147

- 5.1 Introducción, 147
- 5.2 La función de distribución y la densidad de los estados, 148
- 5.3 La distribución Maxwell-Boltzmann, 153
- 5.4 La estadística de Maxwell-Boltzmann para un gas ideal, 161
- 5.5 Estadística de Fermi-Dirac, 168
- 5.6 La distribución Bose-Einstein, 176

Capítulo 6 Vibraciones reticulares y propiedades térmicas de los cristales

181

- 6.1 Cálculos clásicos del calor específico reticular, 181
- 6.2 Teoría de Einstein sobre el calor específico, 183
- 6.3 Teoría de Debye sobre el calor específico, 186
- 6.4 El fonón, 192
- 6.5 Expansión térmica de los sólidos, 193
- 6.6 Conductividad térmica reticular de los sólidos, 195

Capítulo 7 Teoría del electrón libre de los metales 203

- 7.1 Introducción, 203
- 7.2 La ecuación de Boltzmann y la trayectoria libre media, 204
- 7.3 Conductividad eléctrica de un gas de electrones libres, 209
- 7.4 Conductividad térmica y efectos termoelectricos en sistemas de electrones libres, 215
- 7.5 Procesos de dispersión, 219
- 7.6 El efecto de Hall y otros efectos galvanomagnéticos, 222
- 7.7 Capacidad térmica de sistemas de electrones libres, 225

Capítulo 8 Teoría cuántica de los electrones en redes periódicas 231

- 8.1 Introducción, 231
- 8.2 El teorema de Bloch, 232
- 8.3 El modelo de Kronig-Penney de un cristal infinito unidimensional, 235
- 8.4 Cantidad de movimiento del cristal y masa efectiva, 240
- 8.5 Representación de zona reducida; electrones y huecos, 243
- 8.6 La aproximación del electrón libre, 248
- 8.7 La aproximación del enlace firme, 255
- 8.8 Dinámica del electrón en estructuras bidimensionales y tridimensionales; superficies de energía constante y zonas de Brillouin, 260
- 8.9 Aisladores, semiconductores y metales, 269
- 8.10 Densidad de la función de estados y cambios de fase en aleaciones binarias, 273

Capítulo 9 Semiconductores electrónicos uniformes en equilibrio 281

- 9.1 Semiconductores, 281
- 9.2 Semiconductores intrínsecos y semiconductores con impurezas, 284
- 9.3 Estadística de huecos y electrones— El caso del semiconductor intrínseco, 288
- 9.4 Energía de ionización de centros de impurezas, 292
- 9.5 Estadísticas de los semiconductores con impurezas, 295
- 9.6 El caso de la ionización incompleta de niveles de impureza (Temperatura muy baja), 300
- 9.7 Conductividad, 302
- 9.8 El efecto de Hall y la magnetorresistencia, 306
- 9.9 Resonancia de ciclotrón y superficies elipsoidales de energía, 316
- 9.10 Densidad de estados, conductividad y efecto de Hall con superficies complejas de energía, 327
- 9.11 Mecanismos de dispersión y movilidad de los portadores de carga, 335

Contenido 10

Capítulo 10 Exceso de portadores en semiconductores 347

- 10.1 Introducción, 347
- 10.2 Comportamiento de transporte de los portadores excedentes; las ecuaciones de continuidad, 348
- 10.3 Algunas soluciones particulares de la ecuación de continuidad, 361
- 10.4 Movilidad de arrastre y el experimento de Haynes-Shockley, 371
- 10.5 Recombinación superficial y condiciones de frontera superficiales, 374
- 10.6 Fotoconductividad de estado estacionario, 379
- 10.7 Fotoconductividad transitoria; tiempo de vida de los portadores en excedentes, 383
- 10.8 Mecanismos de recombinación; la teoría de recombinación de Shockley-Read, 390

Capítulo 11 Tecnología de materiales y medición de propiedades volumétricas 401

- 11.1 Preparación de los materiales semiconductores de alto grado de pureza, 401
- 11.2 Crecimiento de muestras monocristalinas, 407
- 11.3 Medición de la resistividad volumétrica, 409
- 11.4 Medición del contenido de impurezas y la movilidad mediante el efecto de Hall, 411
- 11.5 Medición del tiempo de vida de los portadores excedentes, 412
- 11.6 Dislocaciones y otras imperfecciones, 413

Capítulo 12 Teoría de las uniones p-n de los semiconductores 421

- 12.1 La unión p-n, 421
- 12.2 El potencial de contacto interno de equilibrio, 424
- 12.3 Potenciales y campos en las cercanías de una unión p-n, 426
- 12.4 Modelo matemático simplificado de la unión p-n abrupta, 429
- 12.5 Capacitancia de unión; determinación del potencial interno, 435

Capítulo 13 Rectificadores de unión p-n y transistores 439

- 13.1 Teoría del rectificador de unión p-n, 439
- 13.2 Corrientes y campos en los rectificadores de unión p-n, 447
- 13.3 Rectificadores de unión de tamaño finito; efectos de superficies y terminales óhmicas, 452
- 13.4 Mecanismos físicos de ruptura en las uniones p-n, 456
- 13.5 Técnicas de fabricación de la unión p-n, 460
- 13.6 Transistores de unión p-n-p- y n-p-n, 460

| | |
|--|------------|
| Capítulo 14 Uniones p-n a niveles altos de corriente; el rectificaro p-i-n, | 479 |
| 14.1 Uniones p-n a densidades altas de corriente, 479 | |
| 14.2 El análisis del rectificador p^+-i-n^+ a niveles altos de corriente, 481 | |
| 14.3 Rectificadores p-i-n; la caída de voltaje en sentido directo como una función de la temperatura, 490 | |
| Capítulo 15 Otros dispositivos semiconductores, | 495 |
| 15.1 El efecto fotovoltaico p-n y las celdas fotovoltaicas de unión p-n, 495 | |
| 15.2 Otros dispositivos sensibles a la luz; fototransistores, detectores de partículas y detectores infrarrojos, 502 | |
| 15.3 Rectificadores controlados p-n-p-n, 503 | |
| 15.4 Diodos túnel, 506 | |
| 15.5 Transistores de efecto de campo o unipolares, 509 | |
| CAPITULO 16 CONTACTOS METAL-SEMICONDUCTOR Y SUPERFICIES DE SEMICONDUCTORES, 513 | |
| 16.1 Contactos metal-semiconductor en equilibrio, 513 | |
| 16.2 Rectificación por contacto metal-semiconductor, 517 | |
| 16.3 Estados superficiales y rectificación independiente de las funciones de trabajo, 520 | |
| 16.4 Potencial, campo y carga en la capa superficial de un semiconductor, 524 | |
| 16.5 Conductividad superficial, efecto de campo y movilidad superficial; propiedades de superficies de semiconductores reales, 531 | |
| Apéndice a la función & dirac | 535 |
| Apéndice b análisis tensorial | 537 |
| Indice de nombres | 541 |
| Indice de temas | 543 |